

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-086294

(43)Date of publication of application : 26.03.2002

(51)Int.Cl.

B23K 35/26
C22C 13/00
C22C 13/02
H05K 3/34

(21)Application number : 2000-279832

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 14.09.2000

(72)Inventor : TANAKA MASAMOTO

ENDO MICHIO

TATSUMI KOHEI

HASHINO HIDEJI

TERAJIMA SHINICHI

(54) SOLDER ALLOY AND ELECTRONIC MEMBER HAVING SOLDER BALL AND SOLDER BUMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solder alloy and an electronic member having a solder ball and a solder bump having improved fatigue resistance and excellent impact resistance.

SOLUTION: This solder alloy used for a solder bump and solder ball or an electronic member has a composition containing, by mass, 55 to 70% Sn, 0.5 to 5.0% Ag, 0.1 to 3.0% Sb, 0.1 to 3.0% Bi, 0.01 to 0.1% Cu and the balance Pb with inevitable impurities. The total content of Ag, Sb, Bi and Cu is $\leq 5.0\%$. Further, one or more metals selected from the group consisting of Fe, Ni, Zn, In, Pt and Pd are contained by 0.01 to 0.5%. Moreover, 0.0005 to 0.005% P is contained. The electronic member has a solder bump and a solder electrode formed of the same solder alloy.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Sn: The solder alloy which consists of the remainder Pb and an unescapable impurity, and is characterized by the sum total content of Ag, Sb, Bi, and Cu being below 5.0 mass % including 55 to 70 mass %, 0.5 to Ag:5.0 mass %, 0.1 to Sb:3.0 mass %, 0.1 to Bi:3.0 mass %, and Cu:0.01 - 0.1 mass %.

[Claim 2] The solder alloy according to claim 1 characterized by doing in total 0.01-0.5 mass % content of one sort or two sorts or more of metals chosen from the group which furthermore consists of Fe, nickel, Zn, In, Pt, and Pd.

[Claim 3] The solder alloy according to claim 1 or 2 characterized by containing further P:0.0005 - 0.005 mass %.

[Claim 4] The solder alloy according to claim 1 to 3 characterized by using for the solder bump for electronic members.

[Claim 5] The solder ball for electronic members characterized by consisting of a solder alloy according to claim 1 to 3.

[Claim 6] It is the electronic member characterized by being the electronic member which has a solder bump and some or all of this solder bump coming to form with a solder alloy according to claim 1 to 3.

[Claim 7] It is the electronic member which is an electronic member which joined between two or more electronic parts with the solder electrode, and is characterized by coming to form some or all of this solder electrode with a solder alloy according to claim 1 to 3.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-86294

(P2002-86294A)

(43) 公開日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	
13/02		13/02	
H 0 5 K 3/34	5 0 5	H 0 5 K 3/34	5 0 5 A
	5 1 2		5 1 2 C
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-279832 (P2000-279832)

(22) 出願日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 田中 将元

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内

(72) 発明者 遠藤 道雄

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内

(74) 代理人 100107892

弁理士 内藤 俊太 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半田合金、半田ボールおよび半田パンプを有する電子部材

(57) 【要約】

【課題】 半田合金、半田ボールおよび半田パンプを有する電子部材において、耐疲労性を従来以上に向上させると同時に、耐衝撃性にすぐれた半田合金等を提供する。

【解決手段】 Sn: 55~70質量%、Ag: 0.5~5.0質量%、Sb: 0.1~3.0質量%、Bi: 0.1~3.0質量%、Cu: 0.01~0.1質量%を含み、残部Pb及び不可避不純物からなり、かつAg、Sb、Bi、Cuの合計含有量が5.0質量%以下であることを特徴とする半田合金、電子部材用半田パンプに用いる半田合金、電子部材用半田ボール。さらにFe、Ni、Zn、In、Pt、Pdからなる群から選ばれた1種又は2種以上の金属を0.01~0.5質量%含有する。さらにP: 0.0005~0.005質量%を含有する。上記半田合金により形成してなる半田パンプ、半田電極を有する電子部材。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Sn: 55~70質量%、Ag: 0.5~5.0質量%、Sb: 0.1~3.0質量%、Bi: 0.1~3.0質量%、Cu: 0.01~0.1質量%を含み、残部Pb及び不可避不純物からなり、かつAg、Sb、Bi、Cuの合計含有量が5.0質量%以下であることを特徴とする半田合金。

【請求項2】 さらにFe、Ni、Zn、In、Pt、Pdからなる群から選ばれた1種又は2種以上の金属を合計で0.01~0.5質量%含有することを特徴とする請求項1に記載の半田合金。

【請求項3】 さらにP: 0.0005~0.005質量%を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の半田合金。

【請求項4】 電子部材用半田バンプに用いることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の半田合金。

【請求項5】 請求項1乃至3のいずれかに記載の半田合金よりなることを特徴とする電子部材用半田ボール。

【請求項6】 半田バンプを有する電子部材であって、該半田バンプの一部又は全部は請求項1乃至3のいずれかに記載の半田合金により形成してなることを特徴とする電子部材。

【請求項7】 複数の電子部品間を半田電極によって接合した電子部材であって、該半田電極の一部又は全部は請求項1乃至3のいずれかに記載の半田合金によって形成してなることを特徴とする電子部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半田合金、半田ボールおよび半田バンプを有する電子部材に関するものであり、特に温度サイクル等の繰返し応力が付加されることにより金属疲労が起こりやすい環境において使用される電子部品の微小半田接合に適した半田合金に関するものである。

【0002】

【従来の技術】プリント配線基板等に電子部品を実装する際は、一般にSn-Pb共晶周辺(Sn: 63%-Pb: 37%)の半田合金が広く使用されており、昨今急増しているBGA(Ball Grid Array)用半田ボールにおいても同様な半田成分が主に使用されている。電子機器に組み込まれたプリント基板や、BGAが用いられている集積回路素子基板では、当該装置スイッチのON/OFFに伴い、加熱冷却を繰り返すという熱衝撃サイクル環境下に曝されている。

【0003】半田接合部が熱衝撃サイクル環境下に曝されると、電子部品とプリント基板との熱膨張係数差により熱応力が生じる。特に集積回路チップを直接基板に取り付けるフリップチップ接続等の微小半田ボール接続では、Siチップ素子と実装プリント配線基板等を直接半田ボールで接続するため、シリコンチップとプリント配

線基板の熱膨張係数差に起因して発生する熱応力は非常に大きい。この熱応力が断面積の小さい接合部に集中し、かつ接合部半田材料の強度が他の被接合部材に比して材料強度的に弱いため、繰返し熱応力を受けることにより、フリップチップ接続部の半田にクラックが発生し疲労破壊に至る。

【0004】従来熱応力により半田接合部が破壊されやすい部位には、部品リードを湾曲させ熱応力を部品で緩和するような実装形態設計で対応したり、接合部の電極パッドを大きくする対応、即ち接合部半田量を増やし結果として接合部にかかる応力を低減する等の対策がなされてきた。

【0005】さらに、半田材料の耐疲労性を向上すべく、従来よりSn-Pb系合金に第三元素を添加する等で半田材料の強度向上が図られてきた。Sn-Pb系合金に第三元素を添加したものとして、特開平1-127192号や特開平1-1237095号公報等では、Sb、In、Ag、Cu、Bi、Te、Ni等を添加し耐疲労性を向上させている。この他にも様々な半田合金が提案されているが、その多くはSn-Pb系合金へ第三元素を添加することにより、半田組織中のSn相とPb相の粒界に金属間化合物を析出させ、この化合物により結晶粒の粗粒化を抑制したり、塑性変形を抑制するピンニングのピンサイトとして機能させることにより、合金の強度、耐クリープ性、耐疲労性を向上させることが試みられている。

【0006】特開平3-204194号公報においては、PbSn基材にSb及びSbと化合物を形成しやすい元素としてCu、Ni、Au、Ag、Pt等から選ばれる元素を添加し、金属間化合物を分散析出した結晶粒界部を形成し、PbSn基材の熱疲労特性、耐クリープ性の改善を図っている。

【0007】特開平7-178587号公報においては、SnPb系半田にAg、Sb、Pを添加して疲労特性の改善を図っている。Ag、Sbは半田の材料強度を上げる目的で添加し、Pは半田の熱疲労特性を改善するために使用している。この合金にさらにCd、Bi、In、Zn、Cu、Gaから選ばれた金属を0.11%以上含有させる。Cd、Bi、Inは半田の融点を低下させる目的で、Zn、Cuは材料強度の向上を目的として用いている。

【0008】特開平1-237095号公報、特開平3-32487号公報においては、PbSn系半田にSbとInを添加し、さらにこれにAg、Cuを添加して耐疲労性を向上させている。SbとInの同時添加による強化(引張強さの向上)がすぐれた耐疲労性をもたらす原因であると推定している。これにAgとCuを添加することにより耐疲労性がさらに改善される。Ag、Cuの好ましい含有量はそれぞれ0.1%以上であるとしている。特開平3-106591号公報においては、①I

n、Gaの少なくとも1種、②Sb、Biの少なくとも1種、③Ag、Auの少なくとも1種からなる①～③の少なくとも2種を含む耐疲労性に優れたPbSn系半田が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】近年の電子部品の高密度実装化に伴い、特にノートパソコン、ビデオカメラ、携帯電話等においては表面実装やBGA実装が進み、基板電極パッド面積の縮小が急激に進んでいるため、接合部位の半田量を少量化せざるを得ない状況にある。即ち、半田接合部位の接合面積が低下し、接合部にかかる応力が増大している。また、高密度実装により、高機能・小型化が進んだため情報伝達機器の携帯化も急速に進展した。加えて経済活動領域が地球規模に及ぶに至り、従来考えてもいなかった灼熱の砂漠や極地高地の極寒下等での当該機器が使用される様になっている。このような状況下では、半田接合部が一層厳しい環境下に曝されることを考慮した半田実装設計が求められており、そのため、半田材料に対する耐疲労性向上の要求がより一層高まっている。

【0010】携帯電話は、その使用上の特質から使用中に誤って床面に落下させる事態を想定する必要がある。このような衝撃に対しても使用する電子部品の半田接合部位が破壊しないだけの耐衝撃性を有することが要求される。これに対し、従来の耐疲労性半田合金においては、主に半田の強度を増大することによって耐疲労性の改善を図っており、その結果として耐衝撃性についてはむしろ低下する傾向が見られた。

【0011】半田の疲労破壊は接続部における熱応力が半田材料に集中することにより生じる。即ち、接続部が弾性塑性変形能と接続を保持するだけの強度を有し熱応力を吸収し、被接続部材から負荷される応力を緩和している。半田組織中や結晶粒界に金属間化合物を分散・析出させると、粒界滑りや破壊クラック進展の抑制にある程度の効果はあるが、脆く硬い性質を有する金属間化合物を一定量以上存在させると半田の延展性を阻害し、接続部の応力緩和を低下させることになる。従来の耐疲労半田の代表的なものとして、Sn-Pb系合金に第三元素として少量Agを添加したものがあり、Ag₃Sn金属間化合物を析出させ粒界滑りを抑制し耐疲労性を向上させている。

【0012】しかしながら、Sn-Pb系合金に第三元素として少量Agを添加した場合、Sn-Pb系合金共晶組成(Sn63-Pb37)に比して強度は約20%程度上がるものの、伸びは逆に約20%減少し、総合的な耐疲労性の改善代は余り大きくない。伸びが減少した結果として、耐衝撃性についても十分な品質を確保することができない。即ち、プリント配線基板にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用半田ボール合金等で必要とされる耐疲労性及び耐衝撃性に優れた半田

合金とは、実装部品を保持するための強度と、熱応力や衝撃を緩和するための延展性を兼ね備えた半田合金であり、従来そのような強度と延展性を満足するようなSn-Pb系半田合金は見出されていなかった。

【0013】本発明は、半田合金、半田ボールおよび半田バンプを有する電子部材において、耐疲労性を従来以上に向上させると同時に、耐衝撃性にすぐれた半田合金等を提供することを目的とする。

【0014】

10 【課題を解決するための手段】本発明においては、Sn-Pb系合金にAgを添加し、Ag₃Sn金属間化合物を結晶中に微細分散させて耐疲労性を向上させる。

【0015】Snは13.2℃で変態する特性を有している。Sn-Pb系合金においては、低温におけるSn変態時に破断が著しく進行しやすく、その結果として半田電極接合部の破壊に到る。半田電極接合部の耐熱疲労特性評価のために用いられるTCTテスト(例えば-40℃～125℃の加熱冷却サイクルの繰り返し)においては、低温にさらした際に半田電極接合部の破断が進展し、ついには破壊に到る。本発明は、Agを添加したSn-Pb系半田合金に更にSbを含有させることにより、低温におけるSn変態を抑制することができ、寒冷地条件においても十分に耐えることのできる耐熱疲労特性を実現した。

【0016】本発明は、Ag、Sbを添加したSn-Pb系合金にさらにCuおよびBiを適量含有させることにより、半田合金の持つ延性を損なわずにさらに耐疲労性を改善し、同時に耐衝撃性を向上させることに成功した。

30 【0017】従来、耐疲労性半田合金にCuを含有させるに際しては、合金の強度を向上させるために0.1%以上のCuを含有させていた。本発明者は、Cuを0.1%以上含有させると、強度は向上するものの延性が低下することを見出した。そして、Cuの含有量を0.1%以下、最も好ましくは0.05%程度とすることにより、半田合金の強度向上効果を得ると同時に優れた延性を備える合金が得られることを見出したのである。また、Biは唯一Pbに十分に固溶し、さらにBi含有量を3%以下とすることにより、半田合金の延性を損なわずに強度を改善することができた。

40 【0018】Sn-Pb系半田合金の伸びは共晶成分ではほぼ最大値を発現するが、この共晶成分に他元素を含有させると合金の伸びは減少する。これに対し、特に本発明の成分系においては、Sn-Pb系合金に含有させるその他成分の総含有量を5%以下に抑えることにより、合金の延性を確保することができた。

【0019】即ち、本発明の要旨とするところは、以下のとおりである。

(1) Sn: 55～70質量%、Ag: 0.5～5.0質量%、Sb: 0.1～3.0質量%、Bi: 0.1～

3.0質量%、Cu:0.01~0.1質量%を含み、残部Pb及び不可避不純物からなり、かつAg、Sb、Bi、Cuの合計含有量が5.0質量%以下であることを特徴とする半田合金。

(2)さらにFe、Ni、Zn、In、Pt、Pdからなる群から選ばれた1種又は2種以上の金属を合計で0.01~0.5質量%含有することを特徴とする上記(1)に記載の半田合金。

(3)さらにP:0.0005~0.005質量%を含有することを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の半田合金。

(4)電子部材用半田バンプに用いることを特徴とする上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の半田合金。

(5)上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の半田合金よりなることを特徴とする電子部材用半田ボール。

(6)半田バンプを有する電子部材であって、該半田バンプの一部又は全部は上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の半田合金により形成してなることを特徴とする電子部材。

(7)複数の電子部品間を半田電極によって接合した電子部材であって、該半田電極の一部又は全部は上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の半田合金によって形成してなることを特徴とする電子部材。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の半田合金は、半田凝固組織中に金属間化合物を析出させる従来タイプの耐疲労半田の弱点であった強度向上に逆比例していた延展性不足に鑑みてされたものである。即ち、液体状態では均一に溶解し、固体状態では凝固組織中に過度に金属間化合物が析出することなく、更に半田合金自身が少量の半田で実装部品を保持するために必要とする十分な強度を持ち、熱応力や衝撃等を緩和するための延展性をSn-Pb系合金共晶組成並又はそれ以上の展延性を兼ね備えた、耐疲労性および耐衝撃性に優れた半田合金である。

【0021】SnはPbと合金化した時、共晶点(Sn:63質量%)で融点が一番低くなる共晶温度(183℃)をとる。本発明の半田合金はプリント配線基板上にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用半田ボール等での接合に適する成分とするためには、Sn:55~70質量%とする必要がある。

【0022】AgはSn-Pb半田合金に添加すると、半田凝固時にAg₃Sn等の金属間化合物を結晶粒界等に微細析出し、Pbの粗粒化を抑制し、耐疲労性を改善する効果がある。Sn-Pb半田合金中に、0.5質量%より少ない添加量では耐疲労性に顕著な改善は見られず、また5質量%以上の添加では液相線温度が上昇し、プリント配線基板上にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用半田には適さなくなる。経済的観点からはAg含有量を2.5質量%以下とすることが望ましい。

【0023】本発明は上述のように、Agを含有するSn-Pb系半田合金に更にSbを含有させることにより、低温におけるSn変態を抑制することができる。Sb含有量は、0.2質量%未満ではSnの低温変態の抑制効果が十分ではないので、下限を0.2質量%とする。また、3.0質量%を超えると半田の濡れ性が低下し始めるので、上限を3.0質量%とする。

【0024】以上のような半田合金の耐疲労性向上に加え、本発明においては、基板-基板での半田接合における熱サイクル衝撃試験(TCT評価)において、従来困難であった1000サイクル耐久性を実現し、さらに半導体素子実装におけるシリコンチップを直接基板に接続するフリップチップ接続における信頼性を向上して実用性を増大するとともに、耐衝撃性を改善するため、CuおよびBiの適量添加を行う。

【0025】Cuは半田合金の強度を向上して耐疲労性を改善する。従来の耐疲労性半田合金においては、Cuによる強度向上効果を得るためにはCuを0.1%以上含有させることが好ましいとされていた。しかし、0.1%を超えるCuを含有させると、強度は向上するものの半田合金の延性が低下することが明らかになった。本発明においては、Cu含有量の上限を0.1質量%とすることにより、半田合金の延性を損なわずに強度の向上を図り、半田合金の耐疲労性と耐衝撃性を大幅に改善した点に最大の特徴がある。Cu含有による効果を得るためには、Cu含有量の下限を0.01質量%とする。Cu含有量の範囲は、より好ましくは上限を0.07質量%、下限を0.03質量%とする。0.05質量%程度のCu含有量において最も好ましい結果が得られる。

【0026】本発明はさらに、延性を損なわずに強度を改善するために、半田合金にBiを添加する。Biは唯一Pbに十分に固溶し、少量のBi添加によって機械的特性を改善することができる。Bi添加効果を得るためには、0.1質量%以上を含有することが必要である。一方、Bi含有量が3.0質量%を超えると半田合金が脆性的になるので、上限を3.0質量%とする。半田合金の機械的強度を改善し、延性を損なわないためのより好ましいBiの範囲は0.1~1.0質量%である。

【0027】Sn-Pb系半田合金は、共晶成分において伸びがほぼ最大となる。共晶成分においてその他の元素を含有させると、特に本発明の成分系においては、半田合金の伸びに影響を及ぼす。本発明においては、Ag、Sb、Bi、Cuの合計含有量を5.0質量%以下とすることにより、良好な延性を確保することができる。これら成分の合計含有量が5.0質量%を超えると、半田合金の延性が大幅に低減する。

【0028】本発明の上記(2)においては、上記(1)の発明にさらにFe、Ni、Zn、In、Pt、Pdからなる群から選ばれた1種又は2種以上の金属を合計で0.01~0.5質量%含有する。これらの成分

を含有すると、Sn及び／又はSbと微細金属間化合物を作り、半田中に微細分散することによりPbの粗粒化抑制に寄与する。ただし、その含有量が0.5質量%を超えると該半田合金の延性が低下することから、含有量の上限を0.5質量%とした。また該合金元素の含有量が0.05質量%未満となると、該元素を含有しない場合と明確な差が認められなかったことから、0.05質量%を含有量の下限とした。

【0029】本発明の上記(3)においては、上記

(1)(2)の発明にさらにP:0.0005~0.005質量%を含有する。Pを含有すると半田の濡れ性の改善に効果があり、0.0005質量%以上のP添加で濡れ性は改善される。また、0.005質量%を超えるP添加では半田合金材料が硬くなり、TCT評価材料、耐衝撃評価材料のように延性が必要とされる用途では材料特性を示さなくなるので、P含有量の上限を0.005質量%とした。

【0030】本発明の半田合金は、以上詳細に述べたように高い材料強度を有するとともに対疲労特性、対衝撃特性に特に優れているので、本発明の半田合金を電子部材用の半田バンプとして使用すると好ましい結果を得ることができる。

【0031】本発明の上記(5)の半田ボールは、半田バンプを形成するための半田ボールとして好適である。電子部材の表面に形成された電極に、フラックスあるいは半田ペーストを介して本発明の半田ボールを被着し、次いで高温に加熱することによって半田を熔融リフローさせることにより、電子部材表面の電極上に半田バンプが形成される。

【0032】本発明の上記(6)は、本発明の半田合金により形成された半田バンプを有する電子部材である。半田バンプを形成する手段としては、本発明(5)の半田ボールを用いて電子部材上に形成すると好ましい。

【0033】半田バンプを形成するに際し、半田ペーストを用いる場合には、リフロー後の半田バンプは、半田ボールと半田ペースト中の半田成分とが熔融混合したものとなる。リフローの際、用いられる半田ペーストには、ペースト中に本発明のAg、Sb、Bi、Cu、その他の半田合金成分が多量に含まれている半田合金が用いられている場合がある一方、添加元素を全く含んでいないSn-Pb共晶半田が用いられている場合もある。従って、半田ボールに含まれる添加元素の含有量は、ペースト中の半田と半田ボールとが混合された後、添加元素含有量が本発明半田合金における最適成分範囲となるように、使用ペーストの成分と使用量とに応じて添加成分濃度を調整しておくことが好ましい。

【0034】フリップチップ接合のように複数の電子部

品間を半田電極によって接合した電子部材においては、本発明の上記(7)にあるように、該半田電極の一部又は全部を本発明の半田合金によって形成する。接合に際しては、まず接合するそれぞれの電子部品表面の平面電極上に、本発明の半田合金によって半田バンプを形成する(本発明(6))。ついで、半田バンプを形成した2枚の電子部品を対面させ、接合する電極上の半田バンプを相互に接触させて高温に加熱することにより、双方の半田バンプが熔融・リフローし、対面した電子部品間の接合箇所が半田電極によって接合されることとなる。本発明の半田合金によって接合されているので、接合部位の半田電極は高い強度を有するとともに対疲労特性、対衝撃特性が特に優れている。

【0035】

【実施例】(実施例1)耐熱疲労特性の評価

表1に示す成分を有する直径300μmの半田ボールを製造し、この半田ボールを基板表面の電極に半田ペーストを介して被着し、熔融・リフローして半田バンプとした。基板上の電極数は240である。基板としてガラスエポキシ樹脂基板(4cm角)と同じガラスエポキシ樹脂基板(1cm角)を用いた。両基板を対面させ、双方の半田バンプを接触させて熔融・リフローすることにより、両基板をフリップチップ接合した。ついで、このフリップチップ接合した電子部材について熱衝撃サイクルテストを行った。熱衝撃サイクルテスト(TCT評価)は、-40℃~125℃の熱サイクルをかけ、1000サイクルまで破断の発生しなかったものを合格とした。熱サイクルはさらに2000サイクルまで実施し、破断発生率の推移を調査した。

【0036】表1において、本発明例1~4が本発明例である。比較例1はSn-Pb共晶合金、比較例2はAg含有Sn-Pb共晶合金、比較例3はAg、Sb含有Sn-Pb共晶合金、比較例4はCuの含有量が本発明の範囲を上限に外れる例である。

【0037】

【表1】

	半田合金組成(質量%)						
	Pb	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	その他
本発明例1	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	—
本発明例2	残	62.0	2.2	0.05	0.7	0.3	—
本発明例3	残	61.5	2.2	0.05	0.7	0.3	Fe:0.05
本発明例4	残	62.0	2.1	0.05	0.8	0.1	In:0.3
比較例1	残	63.0	—	—	—	—	—
比較例2	残	62.0	2.0	—	—	—	—
比較例3	残	62.0	2.0	—	0.5	—	Ni:0.05
比較例4	残	62.0	2.0	0.2	0.5	0.3	—

【0038】

【表2】

	破断発生率(%)											
	0 サイクル	200 サイクル	400 サイクル	600 サイクル	800 サイクル	1000 サイクル	1200 サイクル	1400 サイクル	1600 サイクル	1800 サイクル	2000 サイクル	
本発明例1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	33.5	61.2	95.3	100.0	
本発明例2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	19.1	49.9	88.0	100.0	
本発明例3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	33.5	92.7	100.0	
本発明例4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	24.9	81.6	100.0	
比較例1	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	84.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
比較例2	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	55.5	89.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
比較例3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	48.0	93.5	100.0	100.0	100.0	
比較例4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	42.7	92.0	100.0	100.0	100.0	

【0039】表2に破断発生率の結果を示す。本発明例1～4はいずれも1000サイクルにおいて破断が発生しておらず、良好な結果を得ることができた。それに対し、比較例はいずれも1000サイクルにおいて破断が発生している。比較例4においては、Cuの含有量が0.2%と本発明範囲を外れているため、1000サイクルにおいて破断が発生した。

【0040】Sbの最も好適な含有量は0.5質量%である。本発明例1においては、半田ボール中のSb含有量が0.5質量%であったが、半田バンプにおいては半田ペースト中の半田によって希釈され、Sb含有量が若干低下したと考えられる。一方、本発明例2、3においては半田ボール中のSb含有量が0.7質量%であり、半田バンプにおいては同じく希釈されてむしろ好適な含有量である0.5質量%に近づいたものと考えられる。その結果、表2に示すように、熱サイクルテストの1200～1600サイクルにおいては、本発明例2、3は*

*本発明例1よりも良好な結果となっている。

【0041】(実施例2)耐衝撃特性の評価

表3に示す成分を有する直径300ミクロンの半田ボールを用い、上記実施例1と同様にして2枚のガラスエポキシ樹脂基板を接合した。この基板を幅11cm、長さ11cm、厚さ2cmのアルミ板の上部にねじ止めし、高さ70cmの位置から落下させて各半田接合部の導通を確認することにより、耐衝撃特性の評価を行った。初期接続抵抗状態から50%以上の抵抗変化があった段階を導通不良、破断と定義し、各5基板セットを落下させ、平均耐衝撃数でそれぞれの接続信頼性を評価した。本発明例1～4、比較例1～3は実施例1と同様である。比較例4は本発明に対してCuの含有量が範囲を上限に外れる例であり、比較例5はFeの含有量が本発明の上限を外れる例である。

【0042】

【表3】

	半田合金組成(質量%)							平均耐 衝撃数
	Pb	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	その他	
本発明例1	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	—	9.4
本発明例2	残	62.0	2.2	0.05	0.7	0.3	—	9.7
本発明例3	残	61.5	2.2	0.05	0.7	0.3	Fe:0.05	8.5
本発明例4	残	62.0	2.1	0.05	0.6	0.1	In:0.3	11.9
比較例1	残	63.0	—	—	—	—	—	8.1
比較例2	残	62.0	2.0	—	—	—	—	8.7
比較例3	残	62.0	2.0	—	0.5	—	Ni:0.05	7.0
比較例4	残	62.0	2.0	0.2	0.5	0.3	—	6.2
比較例5	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	Fe:0.6	2.8

【0043】本発明例1～4においては、いずれも平均耐衝撃数は8.5回以上と良好な結果を示した。比較例2、3、4は、いずれも従来の対疲労性半田合金を用いているものの、平均耐衝撃数は7回程度であり、本発明例の半田合金が耐衝撃性に優れていることが判明した。比較例5においては、Feの含有量が本発明の上限である0.5質量%を超えているため、延性が著しく低下し、落下による耐衝撃評価では平均耐衝撃数が3回まで達していない。

【0044】

【発明の効果】Ag、Sb、Bi、Cuを含むSn-Pb※

※b系半田合金において、特にCuの含有量範囲を最適化することにより、高い機械強度と優れた対疲労性を有するとともに、対衝撃性にも優れた半田合金を得ることができた。この半田合金を電子部材用半田バンプ、電子部材用半田ボールに適用し、さらに半田バンプを有する電子部材に適用することにより、特に温度サイクル等の繰返し応力が付加されることにより金属疲労が起りやすい環境において使用される電子部品の微小半田接合について、半田接合部の疲労破壊や衝撃破壊を防止することができた。

フロントページの続き

(72)発明者 巽 宏平
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内
(72)発明者 橋野 英児
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内

(72)発明者 寺嶋 晋一
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内
Fターム(参考) 5E319 AC01 BB04 BB05 CD26 GG11
GG20

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the solder alloy suitable for a minute soldered joint of the electronic parts used in the environment where the metal fatigue tends to happen by adding especially repeated stress, such as a temperature cycle, about the electronic member which has a solder alloy, a solder ball, and a solder bump.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case electronic parts are mounted in a printed-circuit board etc., generally the solder alloy of the Sn-Pb eutectic circumference (Sn:63%-Pb:37%) is used widely, and the same solder component is mainly used also in the solder ball for BGA (Ball Grid Array) which is increasing rapidly these days. In the printed circuit board included in electronic equipment, and the integrated-circuit-device substrate for which BGA is used, it is put to the bottom of the thermal shock cycle environment where heating cooling is repeated, in connection with ON/OFF of the equipment SUWITCHI concerned.

[0003] If the soldered joint section is put to the bottom of a thermal shock cycle environment, thermal stress will arise according to the coefficient-of-thermal-expansion difference of electronic parts and a printed circuit board. In order to connect a mounting printed-circuit board etc. with Si chip type element with a direct solder ball in minute solder ball connection of the flip chip bonding which attaches especially an integrated circuit chip in a direct substrate, the thermal stress which originates in the coefficient-of-thermal-expansion difference of a silicon chip and a printed-circuit board, and is generated is very large. Since it is weak in material strength, when this thermal stress concentrates on a joint with the small cross section, and the reinforcement of a joint solder ingredient receives repeat thermal stress as compared with other jointed members, a crack occurs in the solder of the flip-chip-bonding section, and it results in fatigue breaking.

[0004] It corresponds to the part to which the soldered joint section tends to be conventionally destroyed by thermal stress by mounting gestalt design which a component lead is incurvated and eases thermal stress with components, or the cure of reducing the correspondence which enlarges the electrode pad of a joint, i.e., the stress which increases the amount of joint solder and is applied to a joint as a result, has been made.

[0005] Furthermore, improvement in on the strength of a solder ingredient has been achieved by adding the third element into a Sn-Pb system alloy conventionally etc. that the fatigue resistance of a solder ingredient should be improved. As what added the third element into the Sn-Pb system alloy, by JP,1-127192,A or JP,1-1237095,A, Sb, In, Ag, Cu, Bi, Te, nickel, etc. are added, and fatigue resistance is raised. In addition, although various solder alloys are proposed, it is tried for those many to raise the reinforcement of an alloy, creep resistance, and fatigue resistance by adding the third element to a Sn-Pb system alloy by depositing an intermetallic compound in the grain boundary of Sn phase under solder organization and Pb phase, controlling coarse-grain-ization of crystal grain with this compound, or making it function as a pin site of pinning which controls plastic deformation.

[0006] In JP,3-204194,A, the element chosen from Cu, nickel, Au, Ag, Pt, etc. as an element which is easy to form Sb and Sb, and a compound in a PbSn base material is added, the grain boundary section which carried out the distributed deposit of the intermetallic compound is formed, and the improvement of the thermal fatigue property of a PbSn base material and creep resistance is aimed at.

[0007] In JP,7-178587,A, Ag, Sb, and P are added to SnPb system solder, and the improvement of a fatigue property is aimed at. Ag and Sb are added in order to raise the material strength of solder, and P is used in order to improve the thermal fatigue property of solder. The metal further chosen as this alloy from Cd, Bi, In, Zn, Cu, and Ga is made to contain 0.11% or more. Cd, Bi, and In are the purposes for which the melting point of solder is reduced, and Zn and Cu use for the purpose of improvement in material strength.

[0008] In JP,1-237095,A and JP,3-32487,A, Sb and In are added to PbSn system solder, Ag and Cu are further added to this, and fatigue resistance is raised. It is presumed that it is the cause of bringing about the fatigue resistance excellent in strengthening (improvement in tensile strength) by the simultaneous adding of Sb and In. Fatigue resistance is

further improved by adding Ag and Cu to this. The desirable content of Ag and Cu supposes that it is 0.1% or more, respectively. JP,3-106591,A -- setting -- ** -- at least one sort of In and Ga, and ** -- at least one sort of Sb and Bi, and ** -- the PbSn system solder which is excellent in the fatigue resistance containing at least two sorts, ** which consists of at least one sort of Ag and Au - **, is indicated.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since a surface mount and BGA mounting progress in a notebook computer, a video camera, a cellular phone, etc. and contraction of substrate electrode pad area is progressing rapidly especially with high-density-assembly-izing of electronic parts in recent years, it is in the situation that the amount of solder like a joint must be few-quantified. That is, the plane-of-composition product of a soldered joint part falls, and the stress concerning a joint is increasing. Moreover, by high density assembly, since high efficiency and a miniaturization progressed, carrying-ization of a signal transduction device also progressed quickly. In addition, the device concerned in the bottom of arctic [of the desert of the red heat which an economic activity field came to attain to the earth scale, and did not consider conventionally, either, or polar zone high ground] etc. is used. Under such a situation, the solder packaging design in consideration of the soldered joint section being put to the bottom of a still severer environment is called for, therefore the demand of the fatigue-resistant improvement to a solder ingredient is increasing further.

[0010] A cellular phone needs to assume the situation of dropping a floor line accidentally while in use from the special feature on the use. It is required that it should have only the shock resistance which the soldered joint part of the electronic parts used also to such an impact does not destroy. On the other hand, in the conventional fatigue-resistant solder alloy, by mainly increasing the reinforcement of solder, the fatigue-resistant improvement is aimed at and the inclination to fall rather about shock resistance as the result was seen.

[0011] Fatigue breaking of solder is produced when the thermal stress in a connection concentrates on a solder ingredient. That is, a connection has only the reinforcement holding elastic deformability and connection, absorbs thermal stress, and is easing the stress by which a load is carried out from a wired member. When the intermetallic compound which has a weak hard property is made to exist more than a constant rate, the spread nature of solder is checked and the stress relaxation of a connection is made to decline, although grain boundary sliding and a certain amount of effectiveness to control of destructive crack progress are under a solder organization and in the grain boundary when an intermetallic compound is distributed and deposited. As a typical thing of the conventional fatigue-proof solder, some which added little Ag as the third element are in a Sn-Pb system alloy, an Ag₃Sn intermetallic compound is deposited, grain boundary sliding is controlled, and fatigue resistance is raised.

[0012] However, although reinforcement goes up about 20% as compared with a Sn-Pb system alloy eutectic presentation (Sn63-Pb37) when little Ag is added as the third element into a Sn-Pb system alloy, stretch decreases about 20% conversely and synthetic fatigue-resistant improvement cost is not so large. Quality sufficient about shock resistance as a result to which stretch decreased is not securable. That is, a Sn-Pb system solder alloy with which the solder alloy excellent in the fatigue resistance and shock resistance which are needed with the solder ball alloy for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board is a solder alloy which has the spread nature for easing reinforcement, and the thermal stress and the impact for holding mounting components, and it is satisfied of such [conventionally] reinforcement and spread nature was not found out.

[0013] In the electronic member which has a solder alloy, a solder ball, and a solder bump, this invention aims at offering the solder alloy excellent in shock resistance etc. at the same time it raises fatigue resistance more than before.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In this invention, Ag is added into a Sn-Pb system alloy, detailed distribution of the Ag₃Sn intermetallic compound is carried out during a crystal, and fatigue resistance is raised.

[0015] Sn has the property which metamorphoses at 13.2 degrees C. In a Sn-Pb system alloy, fracture tends to advance remarkably at the time of Sn transformation in low temperature, and it results in destruction of a solder electrode joint as the result. the TCT test (for example, repeat of a -40 degrees C - 125 degrees C heating cooling cycle) used for the heat-resistant fatigue characterization of a solder electrode joint -- setting -- low temperature -- a pan -- the bottom -- the time -- fracture of a solder electrode joint -- progressing -- just -- being alike -- it results in destruction. By making the Sn-Pb system solder alloy which added Ag contain Sb further, this invention could control Sn transformation in low temperature, and realized the heat-resistant fatigue property that it could fully bear also in cold district conditions.

[0016] This invention has improved fatigue resistance further, without spoiling the ductility which a solder alloy has in the Sn-Pb system alloy which added Ag and Sb by carrying out optimum dose content of Cu and the Bi further, and succeeded in raising shock resistance to coincidence.

[0017] It makes it face that a fatigue-resistant solder alloy contains Cu conventionally, and in order to raise the reinforcement of an alloy, 0.1% or more of Cu was made to contain. When this invention person made Cu contain 0.1% or more, it found out that ductility fell, although reinforcement improved. And it found out that an alloy equipped with the ductility which was excellent while acquiring the improvement effectiveness in on the strength of a solder alloy was

obtained by making the content of Cu into about 0.05% most preferably 0.1% or less. Moreover, Bi fully dissolved to Pb uniquely and has improved reinforcement by making Bi content into 3% or less further, without spoiling the ductility of a solder alloy.

[0018] Although the elongation of a Sn-Pb system solder alloy discovers maximum mostly of an eutectic component, if this eutectic component is made to contain other elements, the elongation of an alloy will decrease. On the other hand, in especially the component system of this invention, the ductility of an alloy was securable by [which stop the total content of a component to 5% or less in addition to this] making a Sn-Pb system alloy contain.

[0019] That is, the place made into the summary of this invention is as follows.

(1) The solder alloy which consists of the remainder Pb and an unescapable impurity, and is characterized by the sum total content of Ag, Sb, Bi, and Cu being below 5.0 mass % including 55 to Sn:70 mass %, 0.5 to Ag:5.0 mass %, 0.1 to Sb:3.0 mass %, 0.1 to Bi:3.0 mass %, and Cu:0.01 - 0.1 mass %.

(2) Solder alloy given in the above (1) characterized by doing in total 0.01-0.5 mass % content of one sort or two sorts or more of metals chosen from the group which consists of Fe, nickel, Zn, In, Pt, and Pd further.

(3) The above (1) characterized by containing further P:0.0005 - 0.005 mass %, or solder alloy given in (2).

(4) The above (1) characterized by using for the solder bump for electronic members thru/or a solder alloy given in either of (3).

(5) The solder ball for electronic members characterized by consisting of the above (1) thru/or a solder alloy given in either of (3).

(6) It is the electronic member characterized by being the electronic member which has a solder bump and some or all of this solder bump coming to form with the above (1) thru/or a solder alloy given in either of (3).

(7) It is the electronic member which is an electronic member which joined between two or more electronic parts with the solder electrode, and is characterized by coming to form some or all of this solder electrode with the above (1) thru/or a solder alloy given in either of (3).

[0020]

[Embodiment of the Invention] The solder alloy of this invention is carried out in view of the lack of spread nature inversely proportional to the improvement in on the strength which was the weak spot of the fatigue-proof solder of a type conventionally which deposits an intermetallic compound all over solder solidification structure. That is, it is the solder alloy which was excellent in the fatigue resistance and shock resistance which have the Sn-Pb system alloy eutectic presentation average or the plasticity beyond it in the spread nature for having sufficient reinforcement needed in order to hold mounting components with still a small amount of [the solder alloy itself] solder, and easing thermal stress, an impact, etc., without an intermetallic compound depositing too much all over solidification structure by the solid state by fusing to homogeneity in the state of a liquid.

[0021] Sn takes the eutectic temperature (183 degrees C) to which the melting point becomes the lowest in the eutectic point (Sn:63 mass %), when it alloys with Pb. In order to consider as the component suitable for the junction in the solder ball for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board, it is necessary to make the solder alloy of this invention into 55 to Sn:70 mass %.

[0022] When it adds into a Sn-Pb solder alloy, Ag carries out the detailed deposit of the intermetallic compounds, such as Ag₃Sn, in the grain boundary etc. at the time of solder coagulation, controls coarse-grain-ization of Pb, and is effective in improving fatigue resistance. It does not see, and liquidus-line temperature rises in the addition more than 5 mass %, and an improvement remarkable in fatigue resistance stops being suitable for the solder for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board in the addition smaller than 0.5 mass % in a Sn-Pb solder alloy. It is desirable to make Ag content below into 2.5 mass % from an economical viewpoint.

[0023] This invention can control Sn transformation in low temperature by making the Sn-Pb system solder alloy containing Ag contain Sb further as mentioned above. Since under 0.2 mass % of Sb content is not enough as the depressor effect of a low-temperature transformation of Sn, it makes a minimum 0.2 mass %. Moreover, since the wettability of solder will begin to fall if 3.0 mass % is exceeded, an upper limit is made into 3.0 mass %.

[0024] While realizing conventionally difficult 1000 cycle endurance, improving the dependability in the flip chip bonding which connects the silicon chip in semiconductor device mounting to a direct substrate further in this invention in the heat cycle impact test (TCT evaluation) in a soldered joint with a substrate-substrate in addition to the fatigue-resistant improvement in the above solder alloys and increasing practicality, in order to improve shock resistance, optimum dose addition of Cu and Bi is performed.

[0025] Cu improves the reinforcement of a solder alloy and improves fatigue resistance. In the conventional fatigue-resistant solder alloy, in order to acquire the improvement effectiveness in on the strength by Cu, it was made desirable to make Cu contain 0.1% or more. However, when Cu exceeding 0.1% was made to contain, although reinforcement improved, it became clear that the ductility of a solder alloy falls. In this invention, by making the upper limit of Cu content into 0.1 mass %, improvement in reinforcement is aimed at without spoiling the ductility of a solder alloy, and the greatest description is in the point of having improved the fatigue resistance and shock resistance of a solder alloy

sharply. In order to acquire the effectiveness by Cu content, the minimum of Cu content is made into 0.01 mass %. More preferably, an upper limit is made into 0.07 mass %, and the range of Cu content makes a minimum 0.03 mass %. The most desirable result is obtained in Cu content of 0.05 mass % extent.

[0026] This invention adds Bi into a solder alloy, in order to improve reinforcement further, without spoiling ductility. Bi fully dissolves to Pb uniquely and can improve a mechanical property by little Bi addition. In order to acquire the Bi addition effectiveness, it is required to contain more than 0.1 mass %. On the other hand, since a solder alloy will become in brittleness if Bi content exceeds 3.0 mass %, an upper limit is made into 3.0 mass %. The more desirable range of Bi for improving the mechanical strength of a solder alloy and not spoiling ductility is 0.1 to 1.0 mass %.

[0027] In an eutectic component, as for a Sn-Pb system solder alloy, elongation serves as max mostly. If other elements are made to contain in an eutectic component, the elongation of a solder alloy will be affected especially in the component system of this invention. In this invention, good ductility is securable by making the sum total content of Ag, Sb, Bi, and Cu below into 5.0 mass %. If the sum total content of these components exceeds 5.0 mass %, the ductility of a solder alloy will decrease sharply.

[0028] In the above (2) of this invention, 0.01-0.5 mass % content of one sort or two sorts or more of metals chosen from the group which becomes invention of the above (1) from Fe, nickel, Zn, In, Pt, and Pd further is done in total. If these components are contained, Sn and/or Sb, and a detailed intermetallic compound will be made, and it will contribute to coarse-grain-ized control of Pb by carrying out detailed distribution into solder. However, since the ductility of this solder alloy fell when the content exceeded 0.5 mass %, the upper limit of a content was made into 0.5 mass %. Moreover, since the case where this element is not contained, and a clear difference were not accepted when the content of this alloy element became under 0.05 mass %, 0.05 mass % was made into the minimum of a content.

[0029] In the above (3) of this invention, further P:0.0005 - 0.005 mass % are contained in invention of the above (1) and (2). If P is contained, effectiveness will be in the wettability improvement of solder and wettability will improve by P addition more than 0.0005 mass %. Moreover, in P addition exceeding 0.005 mass %, the solder alloy ingredient became hard, and since it stopped having shown the material property for the application for which ductility is needed like a TCT evaluation ingredient and an impact-proof evaluation ingredient, the upper limit of P content was made into 0.005 mass %.

[0030] Since the solder alloy of this invention is excellent in the property for fatigue, and especially the opposite impact property while having high material strength, as stated to the detail above, if the solder alloy of this invention is used as a solder bump for electronic members, it can obtain a desirable result.

[0031] The solder ball of the above (5) of this invention is suitable as a solder ball for forming a solder bump. A solder bump is formed on the electrode of an electronic member front face by putting the solder ball of this invention on the electrode formed in the front face of an electronic member through flux or soldering paste, and carrying out a melting reflow of the solder by subsequently to an elevated temperature heating.

[0032] The above (6) of this invention is an electronic member which has the solder bump formed with the solder alloy of this invention. It is desirable when it forms on an electronic member, using the solder ball of this invention (5) as a means to form a solder bump.

[0033] In facing forming a solder bump and using soldering paste, the solder bump after a reflow becomes that in which the solder ball and the solder component in soldering paste carried out melting mixing. While the solder alloy with which Ag, Sb, Bi and Cu of this invention, and other solder alloy contents are contained so much during the paste may be used for the soldering paste used in the case of a reflow, the Sn-Pb eutectic solder which does not contain the alloying element at all may be used. Therefore, after the solder and solder ball under paste are mixed, it is good [the content of the alloying element contained in a solder ball] to adjust addition constituent concentration according to the component and the amount of the use paste used so that an alloying element content may serve as the optimal component range in this invention solder alloy.

[0034] In the electronic member which joined between two or more electronic parts with the solder electrode like flip chip junction, as it is in the above (7) of this invention, some or all of this solder electrode is formed with the solder alloy of this invention. On the occasion of junction, a solder bump is formed with the solder alloy of this invention on the flat electrode on each front face of electronic parts joined first (this invention (6)). Subsequently, by making the electronic parts of two sheets in which the solder bump was formed meet, contacting the solder bump on the electrode to join mutually, and heating to an elevated temperature, both solder bumps will do melting and a reflow, and the joint between the electronic parts which met will be joined with a solder electrode. Since it is joined with the solder alloy of this invention, while the solder electrode like a joint has high reinforcement, the property for fatigue and especially the opposite impact property are excellent.

[0035]

[Example] (Example 1) The solder ball with a diameter of 300 micrometers which has the component shown in the evaluation table 1 of a heat-resistant fatigue property was manufactured, this solder ball was put on the electrode on the front face of a substrate through soldering paste, and it carried out melting and a reflow, and considered as the solder

bump. The number of electrodes on a substrate is 240. The glass epoxy resin substrate (1cm angle) same as a substrate as a glass epoxy resin substrate (4cm angle) was used. Both substrates were made to meet, both solder bumps were contacted, and flip chip junction of both the substrates was carried out melting and by carrying out a reflow. Subsequently, the thermal shock cycle test was performed about this electronic member that carried out flip chip junction. The thermal shock cycle test (TCT evaluation) bet the -40 degrees C - 125 degrees C heat cycle, and considered as success what fracture did not generate up to 1000 cycle. The heat cycle was carried out up to further 2000 cycles, and investigated transition of a fracture incidence rate.

[0036] In Table 1, the examples 1-4 of this invention are examples of this invention. For Ag, a Sb content Sn-Pb eutectic alloy, and the example 4 of a comparison, a Sn-Pb eutectic alloy and the example 2 of a comparison of the example 1 of a comparison are [an Ag content Sn-Pb eutectic alloy and the example 3 of a comparison] examples to which the content of Cu separates from the range of this invention in an upper limit.

[0037]

[Table 1]

	半田合金組成(質量%)						
	Pb	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	その他
本発明例1	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	—
本発明例2	残	62.0	2.2	0.05	0.7	0.3	—
本発明例3	残	61.5	2.2	0.05	0.7	0.3	Fe:0.05
本発明例4	残	62.0	2.1	0.05	0.6	0.1	In:0.3
比較例1	残	63.0	—	—	—	—	—
比較例2	残	62.0	2.0	—	—	—	—
比較例3	残	62.0	2.0	—	0.5	—	Ni:0.05
比較例4	残	62.0	2.0	0.2	0.5	0.3	—

[0038]

[Table 2]

	破断発生率(%)										
	0 サイクル	200 サイクル	400 サイクル	600 サイクル	800 サイクル	1000 サイクル	1200 サイクル	1400 サイクル	1600 サイクル	1800 サイクル	2000 サイクル
本発明例1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	33.5	61.2	95.3	100.0
本発明例2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	19.1	49.9	88.0	100.0
本発明例3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	33.5	92.7	100.0
本発明例4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	24.9	81.6	100.0
比較例1	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	84.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
比較例2	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	55.5	89.0	100.0	100.0	100.0	100.0
比較例3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	46.0	93.5	100.0	100.0	100.0
比較例4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	42.7	92.0	100.0	100.0	100.0

[0039] The result of a fracture incidence rate is shown in Table 2. In 1000 cycles, fracture all did not occur, but the examples 1-4 of this invention were able to obtain the good result. In 1000 cycles, fracture has all generated the example of a comparison to it. In the example 4 of a comparison, since the content of Cu had separated from 0.2% and this invention range, fracture occurred in 1000 cycle.

[0040] The most suitable content of Sb is 0.5 mass %. In the example 1 of this invention, although Sb content in a solder ball was 0.5 mass %, in a solder bump, it dilutes with the solder in soldering paste, and Sb content is considered to have fallen a little. It is thought that Sb content in a solder ball was 0.7 mass % in the examples 2 and 3 of this invention, it similarly diluted in the solder bump and 0.5 mass % which is a suitable content rather was approached on the other hand. Consequently, as shown in Table 2, in 1200 to 1600 cycle of a heat cycle test, the examples 2 and 3 of this invention have brought a good result from the example 1 of this invention.

[0041] (Example 2) Two glass epoxy resin substrates were joined like the above-mentioned example 1 using the solder ball with a diameter of 300 microns which has the component shown in the evaluation table 3 of an impact property-proof. The impact property-proof was evaluated by ****ing and carrying out the stop of this substrate to the upper part of an aluminum plate with width of face of 11cm, a die length [of 11cm], and a thickness of 2cm, making it fall from a location with a height of 70cm, and checking the flow of each soldered joint section. The phase which had 50% or more of resistance change from the handshake resistance condition was defined as defective continuity and fracture, the five substrate each set was dropped, and the number of impacts-proof [average] estimated each connection dependability. The examples 1-4 of this invention and the examples 1-3 of a comparison are the same as that of an example 1. The example 5 of a comparison of the example 4 of a comparison is an example for which it is the example to which the content of Cu separates from the range in an upper limit, and the content of Fe separates from the upper limit of this invention to this invention.

[0042] .
[Table 3]

	半田合金組成(質量%)							平均耐 衝撃数
	Pb	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	その他	
本発明例1	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	—	9.4
本発明例2	残	62.0	2.2	0.05	0.7	0.3	—	9.7
本発明例3	残	61.5	2.2	0.05	0.7	0.3	Fe:0.05	8.5
本発明例4	残	62.0	2.1	0.05	0.6	0.1	In:0.3	11.9
比較例1	残	63.0	—	—	—	—	—	8.1
比較例2	残	62.0	2.0	—	—	—	—	8.7
比較例3	残	62.0	2.0	—	0.5	—	Ni:0.05	7.0
比較例4	残	62.0	2.0	0.2	0.5	0.3	—	6.2
比較例5	残	62.0	2.0	0.05	0.5	0.3	Fe:0.6	2.8

[0043] In the examples 1-4 of this invention, the number of impacts-proof [average] all indicated the good result to be 8.5 times or more. Although the conventional solder alloy for a fatigability was all used for the examples 2, 3, and 4 of a comparison, it became clear that the number of impacts-proof [average] was about 7 times, and the solder alloy of the example of this invention was excellent in shock resistance. In the example 5 of a comparison, since the content of Fe is over 0.5 mass % which is the upper limit of this invention, ductility falls remarkably and the number of impacts-proof [average] has not reached to 3 times in the impact-proof evaluation by fall.

[0044]
[Effect of the Invention] In the Sn-Pb system solder alloy containing Ag, Sb, Bi, and Cu, while having high mechanical strength and the outstanding opposite fatigability by optimizing especially the content range of Cu, the solder alloy excellent also in opposite impact nature was able to be obtained. Fatigue breaking of the soldered joint section and impact destruction were able to be prevented by adding especially repeated stress, such as a temperature cycle, about the minute soldered joint of the electronic parts used in the environment where the metal fatigue tends to happen by applying this solder alloy to the solder bump for electronic members, and the solder ball for electronic members, and applying to the electronic member which has a solder bump further.

[Translation done.]